

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.


Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problems Mailbox.**

## Handwritten character graphical representation system

Patent Number: DE19531392  
 Publication date: 1997-01-23  
 Inventor(s): ASP CHRISTOPHER (DE); MIERZWA RUEDIGER (DE); BOLDT MICHAEL (DE); MILETZKI UDO (DE); LANGE TORSTEN (DE); UEBEL WOLFGANG DR (DE)  
 Applicant(s): AEG ELECTROCOM GMBH (DE); & M GMBH AB (DE)  
 Requested Patent:  DE19531392  
 Application Number: DE19951031392 19950826  
 Priority Number(s): DE19951031392 19950826  
 IPC Classification: G06K9/48 ; G06K9/52  
 EC Classification: G06K9/44, G06K9/46B  
 Equivalents:

### Abstract

The graphical representation system uses a binary image of the handwritten character to provide a contour representation, the graphical representation provided by a number of graphs each formed by nodes and lines. The contour lines are projected onto a number of fixed axes with the definitive position points of the polygonal trace determined by the significant local maxima of the projection curve for each axis.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Patentschrift  
10 DE 195 31 392 C 1

61 Int. Cl. 8:  
G 06 K 9/48  
G 06 K 9/52

21 Aktenzeichen: 195 31 392.5-53  
22 Anmeldetag: 28. 8. 95  
23 Offenlegungstag: —  
24 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 23. 1. 97

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

AEG Electrocom GmbH, 78467 Konstanz, DE; AB & M  
GmbH, 76131 Karlsruhe, DE

72 Erfinder:

Asp, Christopher, 76149 Karlsruhe, DE; Mierzwa,  
Rüdiger, 76137 Karlsruhe, DE; Boldt, Michael, 76228  
Karlsruhe, DE; Miletzki, Udo, 78465 Konstanz, DE;  
Lange, Torsten, 12619 Berlin, DE; Uebel, Wolfgang,  
Dr., 78467 Konstanz, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

JAKUB SEGEN: »Model Learning and Recognition of  
Nonrigid Objects«, CH 2752-4/89 IEEE, pp. 597-602;  
IEEE Trans. on PAMI, Vol. 16, Nr. 4, 1994, pp. 393-404;

54 Verfahren zur Erzeugung einer Graphrepräsentation von Bildvorlagen

- 57 Bei einem Verfahren zur Erzeugung einer Graphrepräsentation von Bildvorlagen, wobei aus einem Binärbild der Bildvorlage eine Konturdarstellung erzeugt wird, die Graphrepräsentation aus einer Menge von Graphen besteht und jeder Graph aus Knoten und Linien besteht, ist vorgesehen, daß eine Projektion der Konturlinien auf eine vorgegebene Anzahl von festen Achsen erfolgt und die Stützstellenpunkte der Polygonzüge aus den signifikanten lokalen Maxima der Projektionskurve jeder Achse bestimmt werden.

DE 195 31 392 C 1

DE 195 31 392 C 1

Die vorliegende Erfindung betrifft das Gebiet der automatischen Bildererkennung, insbesondere die Erkennung von Schriften, vor allem von handgeschriebenen Wörtern und Buchstaben.

Allgemein ist die Erkennung von handgeschriebenen Schriften eine schwierigere Aufgabe, als die Erkennung von Maschinenschrift. In beiden Fällen geht es allerdings um die Klassifizierung von Objekten mit bedeutungsvollen Regelmäßigkeiten in einer komplexen Umgebung. Generell dabei auftretende Probleme betreffen die erforderliche Speicherkapazität und die erforderliche Rechenzeit, da in einem typischen automatischen Zeichenerkennungssystem eine Referenzbibliothek sämtlicher zu erwartender Zeichen angelegt wird, mit deren Inhalt zu erkennende Zeichen verglichen werden.

Zur Lösung dieses Problems sind bisher verschiedene Ansätze vorgeschlagen worden, so unter anderem die Verwendung neuronaler Netze, direkte Musterextraktion und Matrixverfahren. Eine kurze Übersicht über das Gesamtgebiet ist in dem Artikel "Document analysis - from pixels to contents" Proceedings of the IEEE, Vol. 18, No. 7, Juli 1992, S. 1101 - 1118, zu finden.

Es ist auch bereits bekannt, nicht unmittelbar von der Binärdarstellung der Bildvorlage, sondern von einer Konturbeschreibung auszugehen. Eine solche Konturbeschreibung ist z. B. aus dem Artikel "General data structure for image analyses based on a description of connected components", computing 42, S. 17 - 34, (1989) bekannt. Aus diesem Dokument ist auch bereits bekannt, die Konturlinien durch linienorientierte Bildprimitive, d. h. durch Polygone, zu approximieren.

Aus der Druckschrift JAKUB SEGEN "Model Learning and Recognition of Nonrigid Objects", IEEE 597-602 (1989) ist bereits die Repräsentation zweidimensionaler Objekte durch eine Menge lokaler Features bekannt. Als lokales Feature wird ein lokales Extremum der Krümmung einer zweidimensionalen Kurve herangezogen. Andere Typen lokaler Features sind gemäß diesem Dokument Wendepunkte, gerade Linien und Kreissegmente. Hiervon ausgehend wird vorgeschlagen, eine Hierarchie von Gestaltungsformen zu konstruieren, mit dem Ziel, allgemeine Formen durch eine Menge von Beziehungen zwischen lokalen Features zu charakterisieren.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zur Erzeugung einer Graphrepräsentation von Bildvorlagen anzugeben, wobei jeder Graph aus Knoten und Linien, z. B. repräsentiert als Polygonzüge, besteht.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Die Erfindung ermöglicht die besonders schnelle und robuste Erzeugung einer strukturellen Repräsentation der Bildvorlage.

Weitere vorteilhafte Ausbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen sowie der Beschreibung und den Zeichnungen zu entnehmen.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist vorzugsweise Bestandteil eines Systems, bei dem ausgehend von einem durch einen optischen Scanner erzeugten Abbild der Bildvorlage und der nachfolgenden Erzeugung eines Binärbildes der Bildvorlage bei verschiedenen Abstraktionsstufen eine Bildbearbeitung erfolgt. Ein solches System wird z. B. in automatischen Schriftenlesern oder Beleglesern eingesetzt.

Das Verfahren wird vorzugsweise in einem System

verwendet, das aus verschiedenen Modulen besteht. Die wesentlichen Module betreffen dabei Bildvorverarbeitung, Bildabstrahlung, Bestimmung von Graphmerkmalen, Filterung von Erkennungsvorschlägen aus einer Referenzbibliothek, die eigentliche Zeichenerkennung und Auswertung der von der Zeichenerkennung gelieferten Wortvorschläglisten, wobei Wortgläubwürdigkeiten zugeordnet werden.

Grundsätzlich ist das erfindungsgemäße Verfahren generell zur strukturellen Bilddatenreduktion und zur Bildspeicherung geeignet.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Zeichnungen genauer erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 eine Modulübersicht eines Systems zur Schrifterkennung;

Fig. 2 ein typisches Binärbild;

Fig. 3 die Beschreibung eines Binärbildes durch Linien und Knotengebiete;

Fig. 4 die durch Konturcodierung repräsentierte geometrische Grenzlinie des Binärbildes gem. Fig. 2;

Fig. 5 zusammengefaßte Linien und Knotengebiete gem. Fig. 4;

Fig. 6 die Linien und Knotengebiete der Linienrepräsentation eines Binärbildes und Linien und Knoten einer entsprechenden Graphrepräsentation;

Fig. 7 die Struktur einer Graphmenge;

Fig. 8 das Verfahren zur Maximalpunktfindung einer Kontur;

Fig. 9 die Beziehung zwischen Maximalpunkten und Polygonapproximation einer Kontur.

In Fig. 1 ist eine Übersicht über die verschiedenen Prozessmodule eines Schrifterkennungssystems dargestellt. Erkennbar ist, daß es sich bei der Schrifterkennung um einen Multilevelprozess handelt, bei dem ausgehend von dem durch eine optische Abtasteneinrichtung und einer anschließenden Bildvorverarbeitung gelieferten Binärbild eines Schriftbildes über verschiedene Verarbeitungsstufen ein Teilwörterbuch mit Glaubwürdigkeiten zugeordneter Bedeutungsklassen erzeugt wird. Ein System nach Fig. 1 wird vorzugsweise als echtzeitfähiges Script-Worterkennungssystem verwendet. Dabei bedeutet "Script" alle Ausprägungen von freier Handschrift, d. h. von einer Handblockschrift mit isolierten "Kleinbuchstaben" über die verschiedenen Mischformen bis hin zu vollständig gebundener Schreibschrift sowie handschriftliche Maschinenschriftfonds und verklebte, d. h. mit üblichen Schriftsegmentierungungsverfahren nicht segmentierbare Maschinenschriftfonds. Grundsätzlich ist jedoch dieses System auch für die Erkennung von anderen Schriftarten und andere Anwendungsgebiete der Bildererkennung, wie z. B. flow-chart-Analyse, geeignet.

Ausgehend von dem von der optischen Abtastvorrichtung gelieferten Abbild 10 erfolgt in der Bildvorverarbeitung 12 eine Rauschverringerung, bei der das Binärbild geglättet wird. Bei Schriftbildern erfolgt darüberhinaus eine Identifizierung und Isolierung von signifikanten Layout-Elementen, wie z. B. Adreßzeilen. Anschließend wird eine Abstraktion des Bildes 14 erzeugt, vorzugsweise erfolgt eine Linienrepräsentation des Bildes 15, anschließend eine Graphrepräsentation 16 sowie eine Normierung auf der Graphenebene 17.

In einem weiteren Schritt werden die globalen Graphmerkmale 18 bestimmt; insbesondere erfolgt eine Partitionierung der Graphen 19 und eine markmalgesteuerte Reduktion der aus einem Gesamtwörterbuch 22 gewonnenen Wörter mit nachfolgender Filterung 24,

die mittels eines Teilwörterbuchs 26 gesteuert wird.

Bei der eigentlichen Zeichenerkennung 28 werden Bedeutungsklassen gefunden, die durch ein oder mehrere Graphmodelle repräsentiert werden, denen in der Auswertung 34 Wortglaubwürdigkeiten zugeordnet werden. Das Ergebnis des Gesamtprozesses ist ein Teilwörterbuch, mit den einzelnen Wörtern zugeordneten Glaubwürdigkeiten.

Fig. 2 zeigt ein Binärbild einer handgeschriebenen Ziffer 4. In diesem Beispiel werden die Bildpunkte als quadratische Flächenelemente repräsentiert, deren Kantenlänge die Einheitsmenge ist. Zur Beschreibung in einem kartesischen Koordinatensystem wird grundsätzlich zwischen den Eck- und Pixelkoordinaten unterschieden. Die Eckkoordinaten sind auf die geometrischen Grenzen der Bildpunkte ausgerichtet. Beispielsweise haben die vier Ecken des Bildpunktes in der linken unteren Ecke die Koordinaten  $E_1 = (0,0)$ ,  $E_2 = (1,0)$ ,  $E_3 = (1,1)$ ,  $E_4 = (0,1)$ . Die Pixelkoordinaten indizieren die einzelnen Bildpunkte. Z. B. hat der Bildpunkt in der linken unteren Ecke die Koordinaten  $P = (0,0)$ .

Binärbilder können durch Linien- und Knotengebiete beschrieben werden. Fig. 3 illustriert eine solche Beschreibung eines Binärbildes. Das Beispiel in Fig. 3 besteht aus zwei Liniengebieten 30, 31 und einem Knotengebiet 40. Jedes Liniengebiet weist eine Linienseite 1 und eine Linienseite 2 auf. Eine Linien- und Knotengebietrepräsentation kann man mittels einer Konturcodierung erhalten, die auf dem Rasterchaincode (RC-Code) basiert und den Verlauf der geometrischen Grenzlinie eines Schwarzgebieten der Binärdarstellung beschreibt. Diese Codierung beschreibt jedes zusammenhängende Schwarzgebiet durch eine Liste von Konturprimitiven, die die absoluten Richtungen right, up, left, down der Bildpunktanlagen einer Kontur enthalten.

Fig. 4 zeigt für das Binärbild der Fig. 3 die durch eine Konturcodierung erhaltene geometrische Grenzlinie. Bei einem beliebigen Bild ist es möglich, durch Ablaufen der Kontur die Flächen der einzelnen Schwarzgebiete, die Anzahl der konvexen und konvexen Ecken der Kontur und das umschreibende Rechteck aller Schwarzgebiete zu bestimmen.

Zusammen mit lokalen Merkmalen der Kontur werden diese globalen Merkmale benutzt um Linienhypothesen zu bilden. Implizit sind nach der Bestimmung der Linienhypothesen die Knotengebiete schon bekannt und zwar als die Gebiete, die zu keiner Linie gehören.

Fig. 5 zeigt die zum Binärbild der Fig. 2 gehörenden Linien und Knotengebiete. Generell wird durch das Bild eine komplexe, hierarchische Struktur aus Knoten und Linien und gleichen Konturelementen repräsentiert. Die oberste Hierarchieebene bildet eine Beschreibung der globalen Merkmale des jeweiligen Bildes. Bei der Implementierung in einer Datenverarbeitungsanlage ist von dieser Ebene ein Zugriff auf die nächsttiefer Hierarchieebene, die der Knoten, vorgesehen. Für jeden Knoten existiert eine Zugriffsmöglichkeit auf diejenigen Linien, die von diesem Knoten ausgehen und die dritte Ebene der Hierarchie bilden. Von der Linie besteht über die Endkonturelemente Zugriff auf die gesamte Konturbeschreibung beider Seiten der Linie. In Fig. 3 sind die Endkonturelemente mit S11, S12, S21 und S22 für jede Linie bezeichnet.

Als globale Merkmale zur Bildbeschreibung werden vorzugsweise Höhe und Breite und mittlere Strichdicke des Wortbildes verwendet. Zur Beschreibung der Knoten werden X- und Y-Koordinaten des Umfangschwerpunktes und die Ordnung des Knotens d. h. die Anzahl

der von ihm ausgehenden Linien verwendet. Eine Linie wird durch die Merkmale der ersten und zweiten Konturseite der Linie, mittlere Länge der Linie und Richtungsinformation an den beiden Linienenden beschrieben. Ein Konturpunkt wird durch die Merkmale X- und Y-Position des Konturpunktes und Winkel der Tangente durch diesen Konturpunkt charakterisiert.

In der oben beschriebenen Linienrepräsentation des Binärbildes wird dieses im wesentlichen durch Linien- und Knotengebiete und die Verbindungsstruktur dieser Gebiete charakterisiert. Grundsätzlich läßt sich aus dieser Darstellung noch das Binärbild rekonstruieren. Für die Zeichenerkennung ist jedoch eine kompaktere Beschreibung des Bildes wesentlich, bei dem die Knoten- und die Liniengebiete bzw. Konturen in geeigneter Weise zusammengefaßt werden. Dies geschieht durch eine Graphrepräsentation des Bildes.

Fig. 6 zeigt einen Ausschnitt eines Schriftbildes in der Linienrepräsentation und in der daraus gewonnenen Graphrepräsentation. Es ist ersichtlich, daß aus Liniengebieten Polygone mit Stützpunkten und aus Knotengebieten Knoten mit vorzugsweise nur einem geometrischen Merkmal geworden sind.

Fig. 7 illustriert die Struktur der Graphmenge. Die Graphmenge hat demnach eine komplexe hierarchische Struktur bestehend aus Graphen 1 bis P, die jeweils aus Knoten und Linien bestehen, wobei letztere aus Punkten aufgebaut sind.

Auf der obersten Hierarchieebene wird die Graphmenge durch das Merkmal der Dimension beschrieben, das vorzugsweise die Untermerkmale X- und Y-Koordinaten der Seiten des umschreibenden Rechtecks, Breite und Höhe des Rechtecks, Koordinaten des Rechteckmittelpunktes sowie die Gesamtlänge der zur Graphmenge gehörenden Linien aufweist.

Ein Graph wird vorzugsweise durch die Merkmale: umschreibendes Rechteck des Graphen, relative Koordinaten innerhalb des umschreibenden Rechtecks der Graphmenge, Verbindungen zu Linien und Knoten und Verbindungen zu anderen Graphen charakterisiert.

Ein Knoten wird vorzugsweise durch die Koordinaten des Knotenschwerpunktes und die Verbindungen zu den abgehenden Linien beschrieben.

Eine Linie weist folgende Merkmale auf: vorzugsweise umschreibendes Rechteck der Linie, akkumulierter Gesamtwinkel der Linie, relative Lage der Linie innerhalb des umschreibenden Rechtecks des Graphen, Winkel an den beiden Linienenden, Verbindung zu den beiden Endknoten der Linie sowie notwendigerweise die Verbindung zu den Punkten auf dieser Linie.

Ein Punkt wird vorzugsweise durch folgende Merkmale beschrieben: Koordinaten des Punktes, Abstand zum nächsten Punkt auf der Linie; bei Endpunkten Endausrichtung der Linie; bei Maximalpunkten Winkel der zugehörigen Projektionsachse.

Beim Übergang zur Graphrepräsentation des Bildes werden die Liniengebiete bzw. Konturen durch die beiden Endpunkte des Liniengebiete sowie gegebenenfalls durch einen oder mehrere Stützstellenpunkte approximiert. Wesentlich für das erfindungsgemäße Verfahren ist die Bestimmung dieser Stützstellenpunkte aus Maximalpunkten der Kontur, die durch Projektion auf vorgegebenen festen Achsen erhalten werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung werden die Stützstellenpunkte aus der längeren der beiden Konturen eines Liniengebiete bestimmt. In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform wird von einer Art Mittelachse des Liniengebiete ausgegangen.

Im folgenden wird am Beispiel der Fig. 8 die Approximation durch Maximalpunkte der Kontur genauer beschrieben. In Fig. 8 ist der Rand eines Schwarzgebietes vereinfacht als kontinuierliche Kurve dargestellt. Die Kurve wird generell auf eine vorgegebene Anzahl von Achsen mit jeweils unterschiedlichem Winkel  $\alpha$  gegenüber einem vorgegebenen festen kartesischen Koordinatensystem projiziert. Fig. 8 zeigt die Situation vereinfacht lediglich für eine Projektion auf die X-Achse. Es sei  $S$  der beliebige Startpunkt für die Suche der Maxima. Dann wird die Kurve durchlaufen und dabei eine Projektion auf die X-Achse gebildet. Beim Durchlaufen der Kurve variiert der Wert für die Projektion entsprechend. In der resultierenden Projektionskurve auf die X-Achse werden die lokalen Maxima gesucht. In Fig. 8 erhält man an den Punkten A und C lokale Maxima, an den Punkten B und D lokale Minima.

Ein Minimum der Projektion auf eine X-Achse entspricht offensichtlich einem Maximum der Projektion zu einer Achse, die gegenüber der X-Achse um  $180^\circ$  gedreht ist.

Eine Kontur weist üblicherweise kleine lokale Schwankungen auf. Um zu verhindern, daß dadurch zu viele unsignifikante Maxima bzw. Minima erhalten werden, werden nur signifikante lokale Maxima gesucht. Als Kriterium hierfür wird auf beiden Seiten eines Maximums jeweils ein Minimum gefordert, das einen Mindestabstand zum Maximum besitzt. Beispielsweise wird in Fig. 8 das relative Maximum bei A nur dann als signifikantes Maximum akzeptiert, wenn die Differenzen  $a-d$  und  $a-b$  eine bestimmte Schwelle überschreiten. Entsprechend ist b nur dann ein Minimalpunkt, wenn sowohl  $a-b$  als auch  $c-b$  diese Schwelle überschreiten.

Allgemeiner kann auch die Bedingung bestimmt werden, daß ein Maximum dann signifikant ist, wenn es links und rechts von der Position des Maximums Projektionspunkte gibt, die mindestens um eine vorgegebene Differenz  $d$  tieferliegen, und wenn es das höchste lokale Maximum in dieser Umgebung ist. Dies führt dazu, daß lokale Schwankungen der Kontur, die kleiner als der Wert  $d$  sind, bei der Polygonapproximation ignoriert werden. Vorteilhaft ist es,  $d$  proportional zur Wurzel der mittleren Strichdicke zu wählen.

Bei der praktischen Implementierung des Verfahrens braucht nicht immer überprüft zu werden, ob z.B. auf beiden Seiten eines Maximums ein Minimum liegt. Tatsächlich genügt die Überprüfung der im Umlaufsinn nachfolgenden Seite, da Minima- und Maximawerte abwechselnd auftreten. Allerdings müßten beim ersten potentiellen Maximalpunkt beide Seiten überprüft werden. Daher wird der erste gefundene potentielle Maximalpunkt ignoriert und die Suche nach Maximalpunkten nach einem ganzen Umlauf um die Kontur bis zum ersten tatsächlich gefundenen Maximalpunkt nach dem Anfangspunkt  $S$  weitergeführt werden.

Statt auf die X-Achse, kann die Projektion natürlich auch auf Achsen beliebiger Richtung erfolgen. Besonders vorteilhaft ist die Verwendung von mehreren Achsen der Neigung  $0,45^\circ$ ,  $90^\circ$  und  $135^\circ$  bzw. ein System von acht festen Achsen mit jeweils gleicher Winkeldifferenz. Dadurch wird die Kontur als Folge von Maximalpunkten verschiedener Projektionsachsen beschrieben.

Fig. 9 zeigt den Zusammenhang zwischen den Maximalpunkten und der Polygonapproximation. Ersichtlicherweise wird durch Verbinden der auf der Kontur aufeinanderfolgenden Maximalpunkte ein Polygonzug erzeugt, der eine Approximation des ursprünglichen Bildes liefert.

Die gesamte Graphmenge wird aufbauend auf der Linienrepräsentation des Bildes rekursiv erzeugt. Hierzu wird zunächst eine neue Menge angelegt. Für alle noch nicht benutzten Knotengebiete gilt:

1) Beginne einen neuen Graphen.

2) Lasse den Graphen rekursiv wachsen. Durchflute dabei die verbundenen Linien- und Knotengebiete und lege ihnen entsprechende Linien und Knoten für die Graphbeschreibung an. Alle verbundenen Linien und Knoten werden – zu einem Graphen zusammengefaßt.

Im folgenden werden die Linien- und Knotengebiete als L-Linien und L-Knoten bezeichnet, die Entsprechungen der Graphenbeschreibung als G-Linien und G-Knoten.

Im Schritt 2) wird der neue Graph so lange erweitert, bis von allen verbundenen L-Linien bzw. L-Knoten eine korrespondierende Version von G-Linien und G-Knoten für den Graphen erzeugt worden ist:

- Markiere, daß der aktuelle L-Knoten benutzt worden ist.
- Erzeuge den entsprechenden G-Knoten.

Für alle L-Linien, die vom aktuellen L-Knoten ausgehen:

- Erzeuge eine entsprechende G-Linie, falls sie nicht schon von einem anderen G-Knoten aus erzeugt worden ist.
- Erzeuge einen Verweis von der G-Linie auf den G-Knoten und umgekehrt.

Für alle L-Linien, die vom aktuellen L-Knoten ausgehen:

- Gehe zum L-Knoten am anderen Ende der L-Linie. Falls dieser L-Knoten noch nicht als benutzt markiert worden ist, führe die gleiche Prozedur mit diesem L-Knoten als aktuellem Knoten aus.

Nach Ausführung der bisherigen Verfahrensschritte wird die Bildvorlage durch eine Graphmenge durch Knoten, Linien und Stützstellenpunkte repräsentiert. In einem weiteren Schritt können die entstandenen Graphen noch einmal transformiert werden, insbesondere um den Erkennungsprozeß bei ganzen Worten im Gegensatz zu Einzelzeichen zu erleichtern. Hierzu wird die Repräsentation des Graphen derart geändert, daß die Stützstellenpunkte der Polygonapproximation als Knoten zweiter Ordnung dargestellt werden. Daher wird in dieser transformierten Graphrepräsentation eine Linie mit Stützstellenpunkten ersetzt durch eine homogene Struktur mit abwechselnden Linien und Knoten. Dies kann rekursiv erfolgen analog zur Vorgehensweise, wie sie bei der ursprünglichen Graphrepräsentation aus den Ergebnissen der Linienrepräsentation angewandt wird.

Die Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt durch ein Computersystem, das zumindest eine Einrichtung zum Anlegen und zur Speicherung von Datenstrukturen aufweist, mit denen die oben beschriebene Linienrepräsentation der Fig. 6, bestehend aus Linien- und Knotengebieten sowie der Verbindungsstruktur dieser Gebiete, repräsentiert wird, sowie einer Einrichtung zum Speichern einer Datenstruktur, durch die

die Graphrepräsentation der Fig. 7 repräsentiert wird, bestehend aus Graphen, die jeweils aus Knoten und Linien bestehen, wobei letztere aus Punkten aufgebaut sind. Vorzugsweise werden dabei die Elemente der Linien bzw. Graphrepräsentation als Objekte im Sinne der objektorientierten Technologie aufgefaßt. Darüber hinaus sind bei dem Computersystem eine Einrichtung zur Erzeugung von Binärbildern aus den Signalen einer optischen Abtastvorrichtung sowie weitere Vorrichtungen zur Weiterverarbeitung der Graphrepräsentation vorgesehen, wie in Fig. 1 dargestellt ist.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Erzeugung einer Graphrepräsentation von Bildvorlagen wobei aus einem Binärbild der Bildvorlage eine Konturdarstellung erzeugt wird, die Graphrepräsentation aus einer Menge von Graphen besteht und jeder Graph aus Knoten und Linien besteht, dadurch gekennzeichnet, daß eine Projektion der Konturlinien auf eine vorgegebene Anzahl von festen Achsen erfolgt und die Stützstellenpunkte der Polygonzüge aus den signifikanten lokalen Maxima der Projektionskurve jeder Achse bestimmt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Projektion der längeren der beiden Konturlinien eines Liniengebiets der Konturdarstellung verwendet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Projektion der Mittelachse der beiden Konturlinien eines Liniengebiets der Konturdarstellung verwendet wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein System von Achsen mit gleicher Winkeldifferenz vorgesehen ist.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Bestimmung der lokalen Maxima lokale Schwankungen der Konturlinien kleiner als ein vorgegebenes  $\delta$  ignoriert werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Graphrepräsentation zur Bildspeicherung verwendet wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Graphrepräsentation in einem Bilderkennungssystem, insbesondere zur Erkennung von Script-Schriften verwendet wird.

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

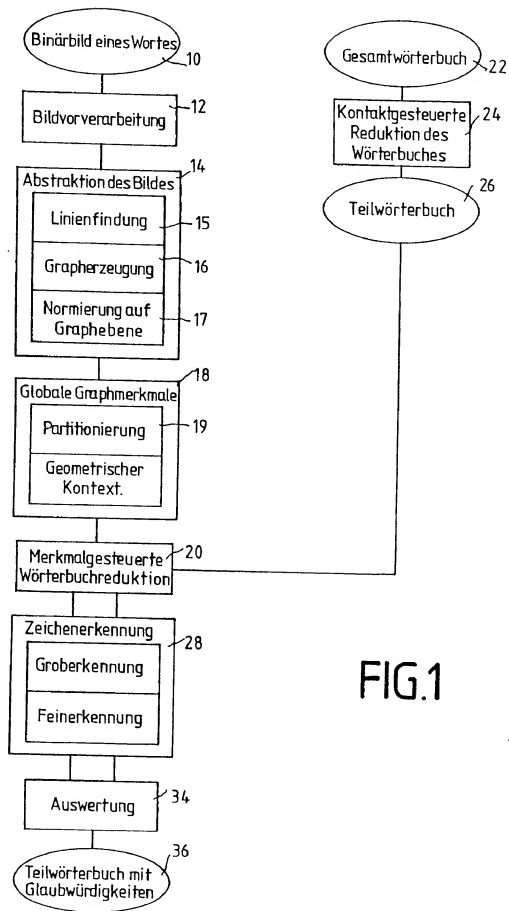


FIG.1





Fig. 2

FIG.3

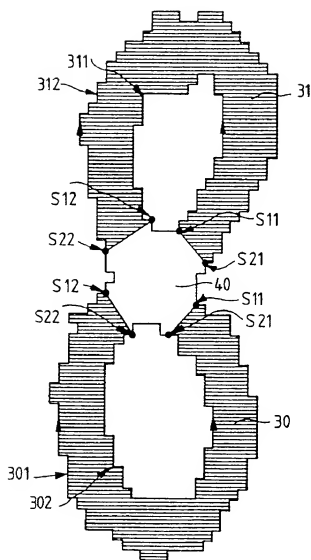




Fig. 4



D

Fig. 5

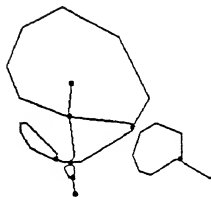
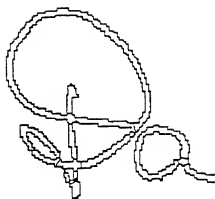


Fig. 6

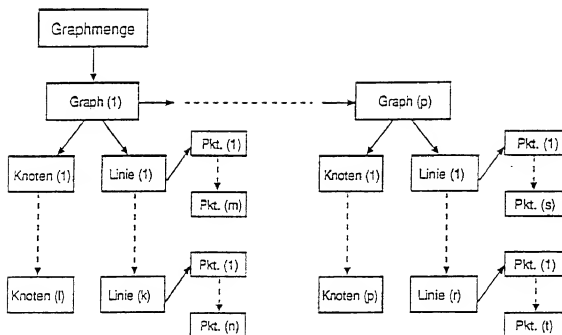


Fig. 7

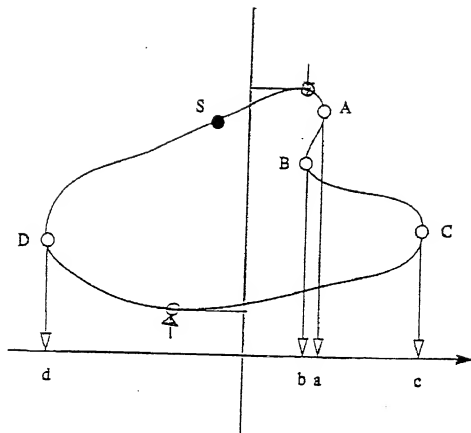


Fig. 8

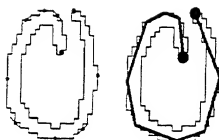


Fig. 9